

**Qualidade Química e Física de
Cebola Minimamente Processada
Armazenada sob Refrigeração**



Foto: Henrique Carvalho

ISSN 1677-2229

Maio, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 127

Qualidade Química e Física de Cebola Minimamente Processada Armazenada sob Refrigeração

Leonora Mansur Mattos
Celso Luiz Moretti

Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70.351-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente: *Warley Marcos Nascimento*

Editor Técnico: *Ricardo Borges Pereira*

Supervisor Editorial: *George James*

Secretária: *Gislaine Costa Neves*

Membros: *Miguel Michereff Filho*

Milza Moreira Lana

Marcos Brandão Braga

Valdir Lourenço Júnior

Daniel Basílio Zandonadi

Caroline Pinheiro Reis

Carlos Eduardo Pacheco Lima

Mirtes Freitas Lima

Normalização bibliográfica: *Antonia Veras de Souza*

Editoração eletrônica: *André L. Garcia*

1ª edição

1ª impressão (2015): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Mattos, Leonora Mansur.

Qualidade química e física de cebola minimamente processada armazenada sob refrigeração/ Leonora Mansur Mattos, Celso Luiz Moretti. – Brasília, DF : Embrapa Hortaliças, 2015.

28 p. ; 14,8 cm x 21 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1415-2312; 127).

1. Allium cepa. 2. Condição ambiental—aspectos físico-químicos. 4. Processamento mínimo. I. Moretti, Celso Luiz. III. Título. IV. Série.

CDD 635.046 (21. ed.)

Sumário

Resumo	7
Abstract.....	9
Introdução.....	11
Material e Métodos.....	14
Resultados e Discussão.....	16
Conclusões.....	20
Referências	21

Qualidade Química e Física de Cebola Minimamente Processada Armazenada sob Refrigeração

Leonora Mansur Mattos¹

Celso Luiz Moretti²

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da temperatura de armazenamento sobre a qualidade química e física de cebolas minimamente processadas. Bulbos de cebola cv. Creoula Alto Vale foram selecionados, descascados por abrasão, fatiados, cortados em cubos (5 x 10 x 10 mm) e acondicionados em embalagens de caixas plásticas de tereftalato de polietileno (PET). O material minimamente processado foi avaliado logo após o processamento e ao final do experimento quanto ao rendimento industrial, escurecimento, sólidos solúveis totais e pungência, e diariamente quanto a evolução de CO₂. O processamento mínimo apresentou um rendimento de 75%. Ao final do experimento, as cebolas minimamente processadas armazenadas

¹ Quim., D. Sc. em Ciências dos Alimentos, pesquisadora da Embrapa, Brasília, DF.

² Engº. Agrº., D. Sc. Ciências dos Alimentos, pesquisador da Embrapa, Brasília, DF.

a 5 °C não apresentaram diferença quanto ao escurecimento avaliado sensorialmente, sólidos solúveis totais e evolução de CO₂. Entretanto a 15 °C, as cebolas minimamente processadas apresentaram escurecimento significativo no quinto dia de armazenamento e aumento significativo na porcentagem de CO₂ ao longo do armazenamento. A pungência, avaliada pelo teor de ácido pirúvico, apresentou aumento significativo ao final do período experimental, sendo que a 15 °C o aumento foi de 57% enquanto que a 5 °C o aumento foi de 103%. A temperatura de armazenamento de 5 °C preservou melhor as características físico-químicas e sensoriais da cebola minimamente processadas quando comparadas ao armazenamento a 15 °C.

Termos de indexação: *Allium cepa*, condição ambiental, aspectos físico-químicos, processamento mínimo.

Chemical and Physical Quality of Minimally Processed Onions Stored under Refrigeration

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of storage temperature on the chemical and physical quality of minimally processed onions. Onion bulbs cv. Creoula Alto Vale were selected, peeled, sliced, diced (5 x 10 x 10 mm) and packed in polyethylene terephthalate (PET) boxes. The minimally processed material was evaluated right after processing and at the end of the experimental period for processing revenue, browning, total soluble solid and pungency, and daily for CO₂ evolution. Minimal processing generated a yield of 75%. At the end of the experiment, minimally processed onions stored at 5 °C did not show significant browning evaluated on visual scale, nor changes in total soluble solids, or CO₂ evolution. However at 15 °C, fresh-cut onions showed significant browning during the storage period and a significant increase of CO₂ evolution during the storage period. Pungency, evaluated by pyruvic acid content, showed a significant increase of 57% for the material stored at 15 °C and 103% at 5 °C throughout the experiment. The storage temperature of 5 °C better preserved the physicochemical and sensory characteristics of minimally processed onion when compared to storage at 15 °C.

Index terms: *Allium cepa*, environmental aspects, condition physicochemical, minimal processing.

Introdução

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma das hortaliças mais importantes cultivadas no Brasil, com produção de cerca de 1.200 mil toneladas por ano. No país, é considerada como um dos condimentos mais importantes, o que assegura sua importância do ponto de vista econômico. Além disto, é uma olerácea com alta perecibilidade durante o período pós-colheita, sendo caracterizada por seus marcantes compostos sulfurados, os quais possuem cheiro distinto e pungente (BREWSTER, 1994).

O consumo da cebola ocorre tanto na forma fresca quanto processada, sendo esta última basicamente realizada como produto desidratado. É nesse segundo grupo que a cebola minimamente processada pode ocupar mais espaço, tendo-se em vista a praticidade e a agregação de valor conferida pelo processo.

Produtos minimamente processados podem ser definidos como frutas ou hortaliças, ou combinação destas, que tenham sido fisicamente alterados, mas que permaneçam no estado fresco. O processamento mínimo inclui as operações de limpeza, lavagem, seleção, descascamento, corte, embalagem e armazenamento visando a obtenção de um produto fresco e saudável e que praticamente não necessita de subsequente preparo para ser consumido. Assim como os similares na forma *in natura*, os produtos minimamente processados são fontes significativas de vitaminas, minerais e fibras, indispensáveis à manutenção da saúde, completando o suprimento das necessidades nutricionais das pessoas (BRECHT et al., 2007).

A demanda por hortaliças minimamente processadas tem crescido de forma intensa no Brasil, estimulada por consumidores que procuram alimentos saudáveis e de preparo rápido (MORETTI; MACHADO, 2006). Segundo Kluge et al. (2006), um dos entraves à expansão dos produtos minimamente processados reside na sua rápida deterioração se comparados ao produto inteiro, considerando que, com o corte, os tecidos internos do vegetal são expostos, causando estresse celular e o metabolismo é acelerado.

A comercialização de cebolas minimamente processadas no Brasil é ainda pequena, apesar de vislumbrar-se um grande potencial para esse produto, principalmente no que diz respeito ao preparo de temperos frescos e processados. Dentre os principais entraves para a expansão do negócio destacam-se o escurecimento enzimático dos bulbos e a precária utilização do frio na cadeia de comercialização.

O escurecimento enzimático dos bulbos minimamente processados é catalisado por enzimas, sendo as mais importantes as do complexo das polifenolixodases (PPO), as etapas de descascamento, corte ou fatiamento e produção de cubos promovem o rompimento das estruturas celulares, permitindo o contato entre enzima e substratos fenólicos que podem resultar na formação de compostos de coloração escura (ARAÚJO, 2003). Além das polifenolixodases, outra enzima, a peroxidase (POD), também está associada com o processo de escurecimento em hortaliças minimamente processadas, além de catalisar o processo de cicatrização (JUNG et al., 2011; MATTOS et al., 2013). Pineli et al. (2006) verificaram que batatas 'Ágata' minimamente processadas apresentaram significativa elevação da atividade da polifenolixodase tanto para os tubérculos armazenados a 5 °C quanto a 15 °C durante nove dias de armazenamento.

A utilização de temperaturas inadequadas de comercialização também é outro problema que afeta a qualidade de produtos minimamente processados. Schlimme (1995) afirma que o armazenamento sob condições de baixas temperaturas é um dos métodos mais efetivos e práticos utilizados no prolongamento da vida útil de vários produtos vegetais. A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator ambiental mais importante, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos dos vegetais. Quantos mais rapidamente o produto for acondicionado em sua temperatura ótima de armazenamento, maior será a sua vida de prateleira. Para isso, o ideal é que se mantenham os produtos em temperaturas adequadas logo após o processamento, durante toda a cadeia de comercialização, até chegar ao consumidor final (BEERLI et al., 2004). Nascimento et al. (2003) observaram que a temperatura da gôndola de supermercados que comercializam minimamente processados era superior a 12 °C, o que contribui de forma significativa para a perda de qualidade do produto.

O processamento mínimo também está associado com o incremento da atividade metabólica e com a descompartimentação de enzimas e substratos, o que potencialmente pode ocasionar redução na firmeza, desenvolvimento de aromas e sabores desagradáveis (*off-flavors*) (GUNES; LEE, 1997) bem como alterações no conteúdo de compostos nutricionais (BARRET et al., 2010; BRECHT et al., 2007; MORETTI, 2002). O controle desses processos, sobretudo os de origem degradativa, pode ser realizado com o emprego criterioso de refrigeração e modificação de atmosfera. Produtos minimamente processados geralmente têm taxas respiratórias mais altas que os mesmos produtos intactos. As altas taxas de respiração indicam um metabolismo mais ativo e, usualmente, uma taxa de deterioração mais rápida (KADER, 2002).

A disseminação do uso da cebola tem levado à necessidade do desenvolvimento de novos produtos, a fim de suprir sua demanda crescente. A liberação dos compostos voláteis que irritam os olhos, provocando lacrimejamento quando as células do tecido sofrem ruptura, por corte ou maceração, torna o processo inconveniente. O processamento mínimo surge, portanto, como uma alternativa que facilita o manuseio de cebolas, visto que contorna os inconvenientes da operação de descascamento e corte, permitindo que a cebola integre os mais variados produtos culinários (MELO et al., 2012).

Apesar da importância da cebola para o agronegócio brasileiro, existe uma lacuna na literatura consultada no diz respeito à avaliação de materiais nacionais com potencialidade de uso na forma minimamente processada. Uma série de problemas associados às diferentes etapas do processamento mínimo dessa hortaliça, como o escurecimento enzimático, o controle do metabolismo com emprego de refrigeração, dentre outros, ainda precisam ser equacionados (MORETTI, 2007).

Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar química e fisicamente cebolas minimamente processadas durante o armazenamento refrigerado.

Material e Métodos

Material Vegetal

Bulbos de cebolas (*Allium cepa* L.), cultivar Crioula Alto Vale, foram adquiridos na CEASA de Brasília, DF, transportados ao Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Hortaliças e selecionados quanto a presença de danos externos. Bulbos que apresentavam podridão e/ou escurecimento interno foram descartados. As cebolas foram pesadas em balança eletrônica (A&D Company, Tokyo, Japão) para avaliação do rendimento.

Processamento mínimo

O material foi descascado por abrasão em máquina processadora (modelo PCED, Siemsem, LTDA, Santa Catarina, Brasil), fatiado a 5 mm de espessura em processador de alimentos (Robot Coupe, CL 50, França) e cortado em cubos (5 x 10 x 10 mm).

Embalagem e armazenamento

O material processado foi acondicionado em embalagens tipo PET (tereftalato de polietileno) (8,5 x 9,0 x 9,0 cm), em porções de 200 g, e armazenados em câmara fria a 5 °C e a 15 °C durante 5 dias.

Avaliação do rendimento industrial

O rendimento foi avaliado considerando a relação entre a massa final da amostra (cebola minimamente processada em cubos) e massa inicial (cebola inteira com casca). Os valores foram expressos em porcentagem.

Análises físicas e químicas

O material minimamente processado foi avaliado quanto às seguintes variáveis:

Escurecimento

Avaliado sensorialmente por provadores não-treinados seguindo a escala de notas:

5 – sem escurecimento; 4 – ligeiramente escurecido; 3 – escurecido; 2 – muito escurecido; 1 – extremamente escurecido. O limite de aceitabilidade foi determinado para o produto que havia recebido nota 3.

Sólidos Solúveis Totais (SST)

Determinado por refratometria com refratômetro digital (ATAGO PR 100, Japão) e os resultados expresso em graus Brix ($^{\circ}\text{B}$).

Pungência

A pungência foi quantificada indiretamente por meio da concentração do ácido pirúvico determinado espectrofotometricamente pelo método de Schwimmer e Weston (1961), com adaptações. A absorvância foi lida a 420 nm em espectrofotômetro (Hitachi, U-1100, Japão) utilizando uma curva de calibração de ácido pirúvico e os resultados expressos em μmol de ácido pirúvico por grama de cebola.

Evolução do dióxido de carbono

Para monitoramento do CO_2 foi fixado em cada embalagem um septo de silicone através do qual foram coletadas amostras de gás do volume vazio do interior das embalagens utilizando-se seringas hipodérmicas de 1 mL. As amostras foram injetadas no cromatógrafo a gás (C.G. LTDA, 3537-D, Brasil). As leituras foram realizadas diariamente ao longo do armazenamento e os resultados finais expressos em $\%\text{CO}_2$.

Delineamento estatístico

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Para as análises químicas e físicas foram considerados 4 tratamentos arranjos em esquema fatorial 2×2 (duas temperaturas

de armazenamento e dois tempos de amostragem), com duas repetições. Para avaliação de CO₂ foram considerados 12 tratamentos, provenientes de um esquema fatorial 2 x 6 (duas temperaturas de armazenamento e seis tempos de amostragem), com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de diferença mínima significativa em teste de comparações múltiplas, em que as diferenças entre dois tratamentos, maior que a soma de dois desvios-padrões, foram consideradas significativas ao nível de 5% de probabilidade (SHAMAILA et al., 1992).

Resultados e Discussão

Rendimento industrial

O rendimento industrial do processamento de cebolas em cubos, desde a seleção até o produto acabado (em cubos), foi de 75%. Diversos trabalhos na literatura mundial abordam a questão do rendimento do processamento mínimo de frutas e hortaliças o qual, via de regra, é baixo. Durigan et al. (2002) verificaram que o processamento mínimo de abacaxi dá origem a 38% de resíduos na forma de cascas, miolo e coroa do fruto. Para bananas minimamente processadas, Vilas Boas (2002) reporta um rendimento industrial de 70%, ao passo que Puschmann et al. (2002) verificaram que couve minimamente processada teve um rendimento industrial de 50%. Estudando repolho roxo e repolho verde, minimamente processados, Silva et al. (2002) observaram rendimento industrial de 78 e 75%, respectivamente. Moretti e Machado (2006) sugeriram diversas utilizações dos resíduos do processamento mínimo de frutas e hortaliças no desenvolvimento de novos produtos alimentícios, como a produção de farinha, pães e macarrão de cenoura.

Escurecimento

Verificou-se que o armazenamento a 5 °C foi eficiente em minimizar o escurecimento das cebolas minimamente processadas. Após cinco dias os cubos armazenados a 5 °C foram estatisticamente idênticos ao

material logo após o processamento mínimo (Tabela 1). Por outro lado, o armazenamento a 15 °C acelerou a ocorrência de escurecimento, sendo que no quinto dia de armazenamento o material mantido a 15 °C era significativamente mais escurecido que o material armazenado a 5 °C (Tabela 1).

Os resultados obtidos no presente trabalho estão de acordo com o verificado por Blanchard et al. (1996), no qual cebolas minimamente processadas armazenadas a 4 °C não apresentaram escurecimento. De maneira similar, Moretti et al. (2002) verificaram que batata doce minimamente processada apresentou escurecimento crescente durante o armazenamento e que tal escurecimento é dependente da cultivar estudada.

O escurecimento é um dos principais fatores limitantes do processamento mínimo da cebola (BLANCHARD et al., 1996). Quando as células do tecido do vegetal sofrem ruptura, substratos e enzimas entram em contato, promovendo o escurecimento enzimático do tecido (BRECHT, 1995). Uma das maneiras de reduzir a ocorrência do escurecimento enzimático é por meio do uso da baixa temperatura de armazenamento (ALMEIDA et al., 2004), estratégia adotada no presente estudo.

Sólidos Solúveis Totais

Não houve efeito significativo do armazenamento a 5 °C e a 15 °C sobre o teor de sólidos solúveis totais das cebolas minimamente processadas (Tabela 1). Similarmente ao verificado no presente estudo Blanchard et al. (1996) observaram que cebolas da cv. Blitz minimamente processadas na forma de cubos e armazenadas por 14 dias a 4 °C não apresentaram variações significativas nos teores de sólidos solúveis totais. Por outro lado, o teor de sólidos solúveis totais variou significativamente durante o armazenamento por 40 dias a -20 °C nas cv. Renate, SS1 e Ailsa Craig, analisadas por Chope, Terry e White (2007).

O teor de sólidos solúveis totais é um atributo de qualidade importante para cebolas podendo variar de 5% a 20%. O alto teor de sólidos solúveis totais está ligado à elevada pungência e à qualidade de armazenamento dos bulbos (CARVALHO, 1980).

Pungência

Verificou-se que a pungência das cebolas minimamente processadas armazenadas a 5 °C e a 15 °C aumentou 103% e 57%, respectivamente, durante o período experimental. Ao final do estudo, o material armazenado a 5 °C foi 2% mais pungente que o material armazenado a 15 °C (Tabela 1).

Os resultados obtidos no presente trabalho para a elevação da pungência durante o armazenamento estão de acordo com os dados observados por Muniz et al. (2012) para as cultivares CNPH 6400 e Óptima, por Bacon et al. (1999) para as cultivares de cebolas Hysam e Grano de Oro armazenadas a 0 °C, Uddin e Mactavish (2003), para a cv. Hysam, armazenada a temperatura ambiente, e por Kopsell, Randle e Eiteman (1999), que verificaram o mesmo comportamento em diversas cultivares de cebolas armazenadas a 5 °C por períodos variados. Por outro lado, Chope, Terry e White (2007) observaram que cultivares Renate e SS1 apresentaram aumento no teor de ácido pirúvico ao longo do armazenamento, enquanto na cultivar Ailsa Craig houve decréscimo da concentração deste ácido sob mesmas condições de armazenamento. Tal fato demonstra que o comportamento da pungência em cebolas sob armazenamento refrigerado é dependente da cultivar em análise.

Segundo Bacon et al. (1999), na família *Alliaceae*, a maioria do enxofre é armazenado na forma de derivados de aminoácidos não proteicos. Esse enxofre é obtido do solo pelas raízes como sulfato (SO_4^{-2}) e, portanto, após a colheita, nenhum aumento adicional ocorre. O aumento observado nos níveis do conteúdo de precursores sulfúricos durante o armazenamento deve, portanto, ser resultado de um rearranjo do enxofre total no interior do bulbo da cebola para formar o precursor do sulfóxido de alqu(en)il cisteína.

Tabela 1. Médias dos valores para escurecimento, sólidos solúveis totais (SST) e pungência de cebolas minimamente processadas armazenadas a 5 °C e 15 °C por 5 dias.

Tratamento	0 dia*		5 dias	
	5 °C	15 °C	5 °C	15 °C
Escurecimento**	4,55 ± 0,2a	4,7 ± 0,1a	4,6 ± 0,3a	2,75 ± 0,7b
SST (°B)	10,1 ± 0,5a	10,5 ± 0,5a	9,6 ± 0,2a	10,3 ± 0,3a
Pungência (μmol/g)	3,40 ± 0,5c	3,43 ± 0,4c	6,98 ± 0,5a	5,38 ± 0,1b

*Médias seguidas pela mesma letra na horizontal não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Média das notas dos provadores seguindo a escala 5 – sem escurecimento; 4 – ligeiramente escurecido; 3 – escurecido; 2 – muito escurecido; 1 – extremamente escurecido.

Evolução do CO₂

A evolução do CO₂ foi significativamente maior no produto armazenado a 15 °C a partir do segundo dia de armazenamento, enquanto que o produto armazenado a 5 °C apresentou-se com evolução de CO₂ relativamente estável. A maior concentração de gás carbônico do produto armazenado a 15 °C em relação ao armazenado a 5 °C é explicada pela maior atividade metabólica do material mantido a 15 °C que a do armazenado a 5 °C, demonstrando o efeito positivo da baixa temperatura em reduzir o metabolismo do tecido injuriado (Figura 1).

Diversos trabalhos publicados na literatura mundial demonstraram a relação entre o estresse mecânico sofrido pelo material minimamente processado e a elevação na evolução de CO₂. Arruda et al. (2003) verificaram que melão minimamente processado apresentava maior atividade respiratória quando comparado com o produto inteiro. Kluge et al. (2008) observaram que beterraba minimamente processada na forma de tiras apresentou evolução de CO₂ que foi significativamente maior que o produto inteiro. Almeida et al. (2004) verificaram que o dano causado pelo processamento mínimo provocou elevação da evolução de CO₂ em batatas minimamente processadas na forma de palito. Da mesma forma, esses autores observaram que os tubérculos

armazenados a 5 °C apresentaram menor evolução de CO₂ quando comparados com o material armazenado a 15 °C.

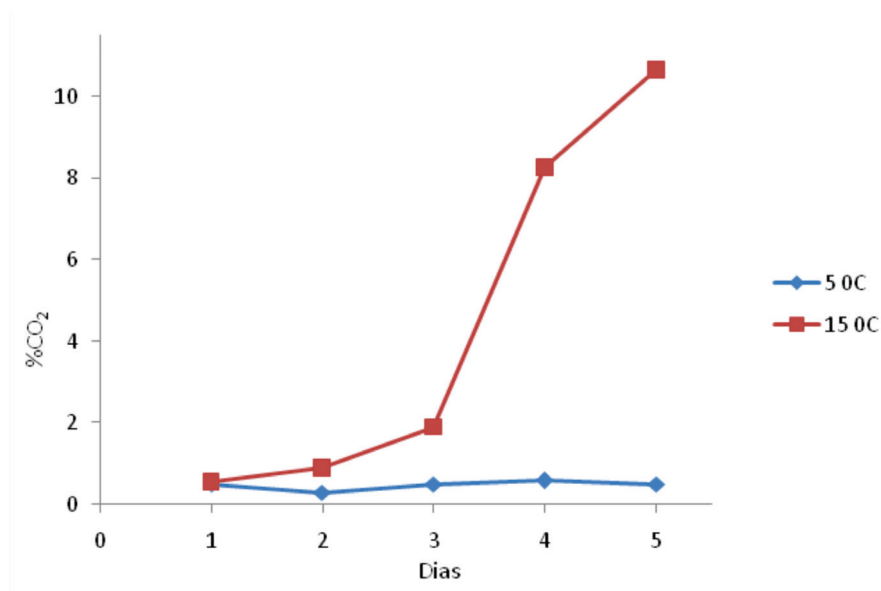


Figura 1. Evolução de CO₂ (%) de cebolas minimamente processadas armazenadas a 5 °C e 15 °C. Barras verticais representam o desvio-padrão da média. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF.

Conclusões

A temperatura de armazenamento exerceu significativa influência sobre a vida de prateleira das cebolas minimamente processadas. O armazenamento refrigerado do material minimamente processado provocou aumento no teor de pungência, principalmente para os cubos armazenados a 5 °C. O armazenamento a 5 °C mostrou ser uma técnica mais eficiente na conservação de cebolas minimamente processadas no que diz respeito à minimização do escurecimento e à redução do metabolismo, evidenciada pela diminuição na evolução de CO₂, em relação ao armazenamento a 15 °C, temperatura normalmente encontrada nos pontos de comercialização.

Referências

- ALMEIDA, G. C.; PINELI, L. L. O.; MORETTI, C. L.; ONUKI, A. C. A. Comportamento fisiológico da batata cultivar Asterix minimamente processada e intacta armazenada a 5 °C e 15 °C. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa, MG. **Palestras, resumos e oficinas...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 242 p.
- ARAÚJO, J. M. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2003.
- ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; SARANTOUPoulos, C. I.; MORETTI, C. L. Qualidade de melão minimamente processado armazenado em atmosfera modificada passiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 4, p. 655-659, out./dez. 2003.
- BACON, J. R.; MOATES, G. K.; NG, A.; RHODES, M. J. C.; SMITH, A. C.; WALDRON, K. W. Quantitative analysis of flavor precursors and pyruvate levels in different tissues and cultivars of onion (*Allium cepa*). **Food Chemistry**, London, v. 64, n. 2, p. 257-261, Feb. 1999.
- BARRETT, D. M.; BEAULIEU, J. C.; SHEWFELT, R. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 50, n. 5, p. 369-389, 2010.
- BEERLI, K. M. C.; VILAS BOAS, E. V. de B.; PICCOLI, R. H. Influência de sanificantes nas características microbiológicas, físicas e físico-químicas de cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 107-112, jan./fev. 2004.
- BLANCHARD, M.; CASTAIGNE, F.; WILLEMOT, C.; MAKHLOUF, J. Modified atmosphere preservation of freshly prepared diced yellow onion. **Postharvest Biology an Technology**, Amsterdam, v. 9, n. 2, p. 173-185, Nov. 1996.

BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, v. 30, n. 1, p. 18-22, Feb. 1995.

BRECHT, J. K.; SALTVEIT, M. E.; TALCOTT, S. T.; MORETTI, C. L. Alterações metabólicas. In: MORETTI, C. L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. 531p.

BREWSTER, J. L. **Onions and other vegetable alliums**. Cambridge: CAB International, 1994. 236 p. (Crop Production Science in Horticulture, 3).

CARVALHO, V. D. Características nutricionais, industriais e terapêuticas da cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 62, p. 71-78, fev. 1980.

CHOPE, G. A.; TERRY, L. A.; WHITE, P. J. The effect of the transition between controlled atmosphere and regular atmosphere storage on bulbs of onion cultivars SS1, Carlos and Renate. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 44, n. 3, p. 228–239, June 2007.

DURIGAN, J. F.; SARZI, B.; MATTIUZ, B.; PINTO, S. A. A.; DURIGAN, M. F. B. Tecnologia de processamento mínimo de abacaxi, goiaba e melancia. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2002, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2002. CD-ROM

GUNES, G.; LEE, C. Y. Colour of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere and browning agents. **Journal of Food Science**, v. 62, n. 3, p. 572-582, May 1997.

INTERNATIONAL FRESH CUT PRODUCE ASSOCIATION. **About IFPA**. Disponível em: <<http://www.fresh-cuts.org/>>. Acesso em: 23 abr. 2013.

JUNG, J. K.; LEEB, S. U.; KOZUKUEB, N.; LEVINC, C. E.; FRIEDMAN, M. Distribution of phenolic compounds and antioxidative activities in parts of sweet potato (*Ipomoea batata* L.) plants and in home

processed roots. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 24, n. 1, p. 29-37, Feb. 2011.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3 ed. California: University of California, 2002. p. 435-461. (Agriculture and Natural Resources).

KLUGE, R. A.; COSTA, C. A.; VITTI, M. C. D.; ONGARELLI, M. G.; JACOMINO, A. P.; MORETTI, C. L. Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 263-270, fev. 2006.

KLUGE, R. A.; VITTI, M. C. D.; SASAKI, F. F.; JACOMINO, A. P.; MORETTI, C. L. Respiratory activity and pigment metabolism in fresh-cut beet roots treated with citric acid. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 4, p. 520-523, out./set. 2008.

KOPSELL, D. E.; RANDLE, W. M. E EITEMAN, M. A. Changes in the S-alk(en)yl cysteine sulfoxides and their biosynthetic intermediates during onion storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 124, n. 2, p. 177-183, 1999.

MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L.; SILVA, E. Y. Y. da. Effects of modified atmosphere packaging on quality attributes and physiological responses of fresh-cut crisphead lettuce. **CyTA Journal of Food**, v. 11, n. 3, p. 1-6, 2013.

MELO, C. O.; MORETTI, C. L.; MACHADO, C. M. M.; MATTOS, L. M.; MUNIZ, L. B. Alterações físicas e químicas em cebolas armazenadas sob refrigeração. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 11, p. 2078-2084, nov. 2012.

MORETTI, C. L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. 531p.

MORETTI, C. L. Processamento de cebola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 218, p. 99-104, 2002.

MORETTI, C. L.; ARAUJO, A. L.; MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Respiratory activity and browning of minimally processed sweet potatoes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 3, p. 497-500, 2002.

MORETTI, C. L.; MACHADO, C. M. M. Aproveitamento de resíduos sólidos do processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4.; SÍMPÓSIO IBERO-AMERICANO DE VEGETAIS FRESCOS CORTADOS, 1., 2006, São Pedro. **Anais...** Piracicaba: USP: Esalq: Cytel, 2006. p. 25-32.

MUNIZ, L. B.; MORETTI, C. L.; MATTOS, L. M.; CARVALHO, P. G. B. de; MELO, C. O. Caracterização física e química de duas cultivares cebola armazenadas sob refrigeração. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 35, n. 1, p. 261-273, 2012.

NASCIMENTO, E. F.; MORETTI, C. L.; ZUCHETTO, M. C.; MATTOS, L. M. Avaliação da temperatura de comercialização de hortaliças minimamente processadas no mercado varejista do Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, jul. 2003. Suplemento 2. Trabalho apresentado no 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003.

PINELI, L. L. O.; MORETTI, C. L.; ALMEIDA, G. L.; SANTOS, J. Z.; ONUKI, A. C. A.; NASCIMENTP, A. B. G. Caracterização química e física de batatas Ágata e Monalisa minimamente processadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 127-134, jan./mar. 2006.

PUSCHMANN, R.; SOARES, N. F. F.; VANETTI, M. C. D.; DANTAS, M. I.; CARNELOSSI, M. A. G.; MINIM, V. P. R.; CAMPOS, R. S.; BARBOSA, R. L.; SILVA, D. F. P.; GOMES, A. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2002, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2002. CD-ROM.

SCHLIMME, D. V. Marketing lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 15-17, 1995.

SCHWIMMER, S.; WESTON, W. J. Enzymatic development of pyruvic acid in onion as a measure of pungency. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 9, p. 301-304, 1961.

SHAMAILA, M.; POWRIE, W. D.; SKURA, B. J. Sensory evaluation of strawberry fruit stored under modified atmosphere packaging (MAP) by quantitative descriptive analysis. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, p. 1168-1172, 1992.

SILVA, E. O.; CARNELOSSI, M. A. G.; PUSCHMANN, R.; SOARES, N. F. F.; VANETTI, M. C. D.; MINIM, V. P. R.; CAMPOS, R. S.; CARDOSO, R. A. In: ANAIS DO SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS. Brasília, 2002. CD Rom.

UDDIN, M. M.; MACTAVISH, H. S. Controlled atmosphere and regular storage-induced changes in S-alk(en)yl-L-cysteine sulfoxides and alliinase activity in onion bulbs (*Allium cepa* L. cv. Hysam). **Postharvest Biology and technology**, Chicago, v. 28, p. 239-245, 2003.

VILAS BOAS, E. V. B. Tecnologia de processamento mínimo de banana, mamão e kiwi. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2002, Brasília, DF. Anais... Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2002. CD-ROM.

